

**STUDI POTENSI DAYA LISTRIK BENDUNGAN GERAK BOJONEGORO UNTUK
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH)**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata 1
pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

Mukti Insan Pangestu
D400150011

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

**STUDI POTENSI DAYA LISTRIK BENDUNGAN GERAK BOJONEGORO UNTUK
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH)**

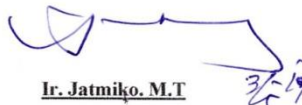
PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

Mukti Insan Pangestu
D400150011

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing


Ir. Jatmiko, M.T
NIK. 622

**STUDI POTENSI DAYA LISTRIK BENDUNGAN GERAK BOJONEGORO
UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH)**

OLEH

Mukti Insan Pangestu
D400150011

Telah dipertahankan di Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada Hari,
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Jatmiko, M.T
(Ketua Dewan Penguji)
2. Aris Budiman, S.T., M.T
(Anggota 1 Dewan Penguji)
3. Umar, S.T., M.T
(Anggota 2 Dewan Penguji)



Dekan,



Ir. Sri Sunarjono, M.T, Ph. D
NIK. 628

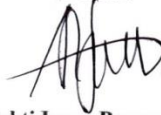
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kerjasama di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak dapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 2 Mei 2019

Pepulis -



Mukti Irsan Pangestu
D400150011

STUDI POTENSI DAYA LISTRIK BENDUNGAN GERAK BOJONEGORO UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKRO HIDRO (PLTMH)

Abstrak

Pemerintah menargetkan energi baru terbarukan pada tahun 2025 mencapai 23% kebijakan ini untuk mengurangi penggunaan energi fosil, sampai tahun 2018 persentase energi baru terbarukan mencapai 12.2 %, untuk itu masih ada 10.7% energi baru terbarukan yang belum dibuat, air salah satu sumber energi yang harus dioptimalkan untuk dijadikan pembangkit baik skala kecil maupun skala besar. Bengungan, sungai, waduk maupun air terjun seharusnya dapat dimanfaatkan untuk dijadikan Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh), salah satunya bendungan gerak kabupaten Bojonegoro berpotensi dijadikan pembangkit karena memiliki debit air yang relatif besar dan ketinggian yang cukup. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa metode, untuk pengukuran debit digunakan metode apung, untuk mencari headnett atau tinggi jatuh air dapat dilakukan dengan menggunakan aplikasi Google earth dimana kita mencari head atas dan head bawah lalu dibandingkan, dan untuk menghitung potensi listrik dengan menggunakan metode daya (Q) , dari data yang dimiliki rata-rata debit air selama 1 tahun mencapai $247.947 \text{ m}^3/\text{s}$ dengan headnett 2 m dan rata-rata daya listrik yang dapat dihasilkan sebesar 3.69 MW, dengan kondisi ini jenis turbin yang sesuai untuk PLMh adalah Turbin Kaplan dimana memiliki head 1 – 100 m dengan debit 1 – 1000 m^3/s . Hasil penelitian bendungan Gerak Bojonegoro sangat layak untuk dijadikan salah satu Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro (PLTMh)

Kata kunci : PLTMh, debit air, headnett, turbin air, potensi daya

Abstract

The government targets renewable energy in 2025 to reach 23% of this policy to reduce fossil energy use, until 2018 the percentage of new renewable energy reaches 12.2%, for that there are still 10.7% of new renewable energy that has not been made, water is one energy sources that must be optimized to be used as both small and large-scale generators. Rivers, rivers, reservoirs and waterfalls should be used as Micro-Hydro Power Plants (PLTMH), one of which is the Bojonegoro district Motion Dam can be used as a generator because it has a relatively large water discharge and sufficient height. This research was carried out with several methods for measuring discharge using floating methods, to find headnett or falling water height can be done by using the Google Earth application where we look for headtop and headbottom then compared, to calculate the electricity potential by using the power method (Q), from the data the average water debit for 1 year reaches $247.94 \text{ m}^3/\text{s}$ with a head of 2 m and the average electric power that can be produced is 3.69 MW, with this condition the type of turbine that is suitable for PLMH is the Kaplan Turbine which has head 1 - 100 m with debit 1 – 1000 m^3/s . The results of the Bojonegoro Motion dam research are very feasible to be used as one of the Micro Hydro Power Plants (PLTMh)

Keywords : MHP, water discharge, headnett, water turbine, power potential

1.PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan energi utama masyarakat pada era globalisasi, namun di beberapa daerah ada yang belum mendapatkan listrik karena tempat yang susah dijangkau, daerah yang masih tidak terjangkau listrik biasanya masih memanfaatkan bahan bakar minyak seperti diesel untuk menghasilkan listrik, akan tetapi harga BBM terlalu mahal untuk diandalkan dijadikan pembangkit listrik dan semakin lama BBM akan semakin sulit untuk didapatkan, maka untuk solusi untuk mengurai biaya dan penggunaan bahan bakar fosil dengan membuat pembangkit dengan energi baru terbarukan salah satunya PLTMH adalah pembangkit dengan memanfaatkan air sebagai tenaga untuk menghasilkan listrik dengan skala kecil, sumber daya alam yang mudah ditemukan baik diperkotaan maupun di daerah perdesaan yang susah untuk dijangkau adalah air, untuk itu sangat efektif untuk memanfaatkan air untuk menghasilkan listrik baik skala kecil atau skala besar, pembangkit listrik tenaga air skala besar lebih dari 10MW sedangkan skala kecil kurang dari 10MW (Khizir Mahmud. 2012).

Air sumber daya alam yang tidak akan habis untuk jangka waktu yang sangat lama, oleh karena itu air harus digunakan dengan optimal, salah satu untuk mengoptimalkan sumber daya air dengan menggunakan air sebagai penghasil energi listrik untuk menggantikan pembangkit tenaga minyak dan gas. Indonesia banyak terdapat bendungan, waduk dan sungai, tetapi sebagian belum dioptimalkan untuk pembangkit listrik. Hal ini yang melatar belakangi diadakan penelitian suatu potensi listrik dari salah satu sumber daya air pada bendungan gerak Bojonegoro

Faktor yang mempengaruhi suatu bendungan dapat digunakan untuk pembangkit listrik adalah besarnya debit air yang mengalir, headnett (beda ketinggian suatu bendungan), untuk menghitung debit air secara manual dapat dihitung dengan metode apung, mencari debit metode apung dengan cara menentukan luas bendungan, kedalaman air dan kecepatan air yang mengalir pada bendungan gerak Bojonegoro

PLTMH adalah pembangkit listrik tenaga air skala kecil, komponen utama untuk membuat PLTMH adalah sumber air, penstock, turbin, dan generator. Prinsip kerja PLTMH dengan memanfaatkan air untuk menggerakkan turbin, turbin terklasifikasi berdasarkan arah aliran dan headnett (S.O. Anaza. 2017) ada turbin implus dan turbin reaksi, turbin berfungsi

untuk menghasilkan energi gerak, energi gerak ini dikonversi menjadi energi listrik dengan bantuan generator.

2. METODE

2.1 Survei Lokasi Bendungan

Menentukan lokasi diperlukan beberapa objek yang harus diperhatikan agar mendapatkan lokasi sesuai, objek yang dapat dilihat debit air dan ketinggian serta melihat sumber air yang ada

2.2 Penentuan Lokasi dan Rencana PLTMH

Beberapa lokasi yang telah disurvei, akhirnya di dapat tempat yang sesuai untuk penelitian potensi listrik yang digunakan untuk pembangkit listrik tenaga mikrohidro yaitu bendungan gerak, Kabupaten Bojonegoro, Jawa Timur, bendungan ini termasuk aliran sungai bengawan Solo, gambar bendungan dan rencana pembuatan PLTMH dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1 Bendungan Gerak Bojonegoro dan Rencana PLTMH

2.3 Mengukur dan Menghitung debit Air

Mengukur debit air dapat dilakukan dengan cara metode apung, untuk menghitung debit diperlukan Kecepatan air yang mengalir (V), luas penampang air (A) dengan persamaan :

$$1. \quad A = I \times h \quad (1)$$

$$2. \quad V = s/t \quad (2)$$

Sedangkan untuk menghitung debit air dengan persamaan :

$$1. \quad Q = A \times V \quad (3)$$

Keterangan :

A : luas penampang (m^2)

V : kecepatan air (m/s)

I : lebar aliran Air (m)

h : kedalaman air (m)

s : jarak botol dialirkan (m)

t : waktu

2.4 Pengukuran Headnett (Tinggi jatuh air)

Menentukan tinggi jatuh air dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya dengan aplikasi Google earth, dan dapat dihitung secara manual

2.5 Klasifikasi Turbin Air

Klasifikasi dilakukan untuk menentukan jenis turbin yang layak untuk digunakan PLTMH, dengan mengetahui spesifikasi yang sesuai dari debit dan headnett yang ada

2.6 Perhitungan Potensi Daya pada Bendungan yang Dihasilkan

Debit air yang diketahui maka dapat dihitung potensi daya listrik dengan persamaan :

$$P = g \times Q \times H_n \times \text{Eff} \quad (1)$$

Keterangan :

P : daya listrik (kW)

g : gravitasi (9.81)

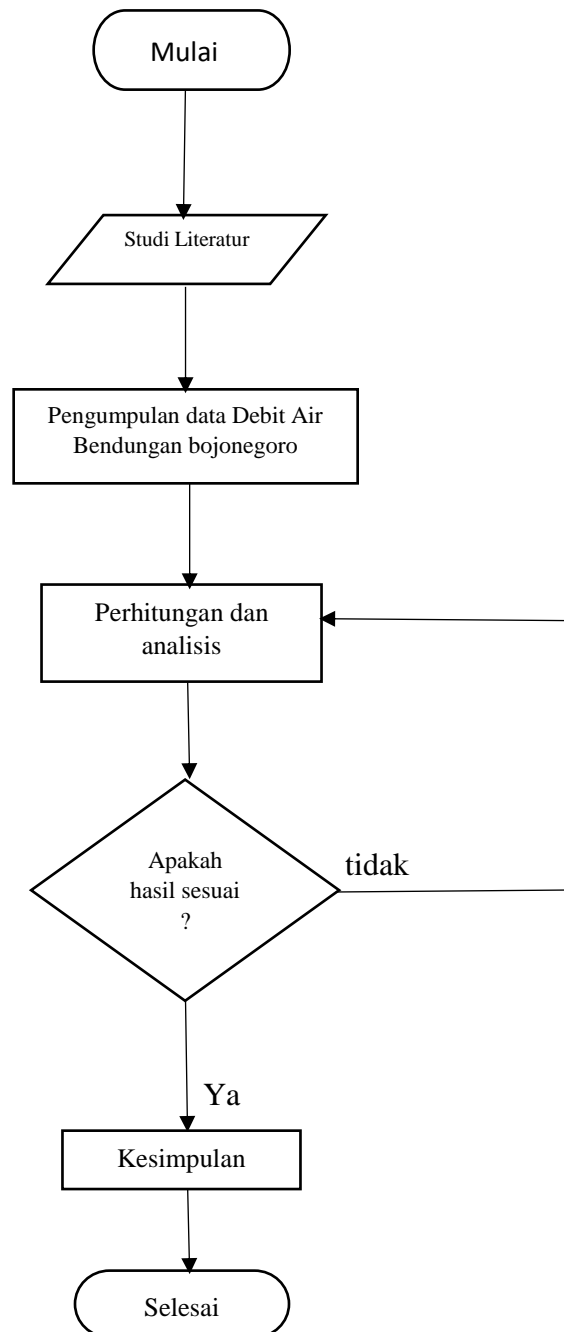
Q : debit air (m^3/s)

H_n : headnett (m)

Eff : efisiensi turbin

2.7 Flow chart

Diagram penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2 Diagram Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Survai Lokasi

Penentuan lokasi sangat penting untuk menentukan layak tidaknya suatu bendungan dapat dijadikan PLTMH, beberapa faktor penting untuk menentukan lokasi

a. Aliran air,

Bendungan gerak Bojonegoro ini Daerah Aliran Sungai (DAS) dimana aliran sungai mengalir dari hulu ke hilir dari atas menuju kebawah, aliran sungai layak untuk dijadikan pembangkit karena memiliki pasokan air yang stabil sepanjang tahun, baik saat musim hujan atau musim kemarau

b. Keadaan sekitar lokasi

Bendungan ini baik untuk dijadikan PLTMH karena jauh dari pemukiman penduduk, jika dibuat suatu pembangkit tidak akan banyak merugikan warga sekitar dan akses jalan menuju bendungan mudah dilalui

c. Debit air

Debit air pada bendungan gerak Bojonegoro memiliki debit air yang cukup besar karena lokasi bendungan berada pada hilir aliran sungai bengawan Solo, dimana bendungan ini menerima air dari semua daerah hulu sungai

d. Headnett

Headnett salah satu faktor utama dalam pembuatan PLTMH dimana head berfungsi untuk memperbesar debit air, semakin tinggi head semakin besar debit yang dapat dihasilkan, bendungan gerak ini memiliki headnett yang relatif kecil akan tetapi masih dikategorikan layak untuk dijadikan sebuah PLTMH

3.2 Rencana Lokasi PLTMH

Pembuatan PLTMh memiliki beberapa komponen utama yaitu, saluran pembawa, bak penampung, saluran buang, pipa pesat, dan rumah PLTMH. Rencana lokasi untuk pembuatan PLTMH dapat dilihat pada gambar 3



Gambar 3 Rencana PLTMH

Pada gambar 3 memiliki 6 titik utama rencana PLTMH yaitu titik A, B, C, D, E dan F, masing-masing titik sebagai tempat komponen utama dalam pembuatan PLTMH

- a. Pada titik A akan dijadikan sebagai saluran pembawa dimana saluran ini berfungsi untuk membawa air aliran sungai menuju pada bak penampung
- b. Titik B akan dijadikan sebagai bak penampung yang berfungsi sebagai tampungan air untuk menjaga agar debit air tetap stabil
- c. Titik C sebagai saluran buang bak penampung apabila ada air meluap maka air luapan akan dibuang melalui saluran ini
- d. Titik F sebagai lokasi pipa pesat yang berfungsi untuk membawa air menuju turbin
- e. Titik D sebagai rumah PLTMH yang berfungsi tempat operasi pembangkit listrik, pada rumah PLTMH terdapat turbin air, generator, dan saluran transmisi, rumah ini dibuat jauh dari pemukiman penduduk dan juga jauh dari tepi sungai hal ini bertujuan untuk mencegah bila terjadi luapan air dan agar tidak mengganggu warga sekitar
- f. Titik E sebagai aluran uang turbin air yang berfungsi membuang air yang sudah digunakan untuk memutar turbin menuju kembali pada sungai

3.3 Mengukur dan Menghitung debit Air

Mengitung debit secara manual bertujuan untuk membandingkan debit data dengan debit yang diukur, dalam menghitung debit air secara manual digunakan metode apung, dimana harus mencari luas penampang air kecepatan air dan kedalaman air, untuk mencari kecepatan air dengan tahapan sebagai berikut :

- gunakan botol Air 600ml dan ikat dengan tali
- letakkan botol kealiran bendungan
- hitung jarak botol yang akan dialirkan dari titik mulai hingga titik berhenti
- hitung waktu yang diperlukan botol air dari titik mulai hingga titik berhenti
- ukur lebar penampang air yaitu lebar dari bendungan tempat botol mengalir
- ukur kedalaman air tempat botol air mengalir



Gambar 4 Pengukuran Debit Air dengan Metode Apung

Hasil pengukuran bendungan gerak Bojonegoro memiliki lebar 140 m, pengukuran kedalaman air saat itu sebesar 10 m, dan panjang jarak ukur apung botol air adalah 5 meter

$$\begin{aligned}
 A &= I \times h \\
 &= 140 \times 10 \\
 &= 1400 \text{ m}^2
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Mencari kecepatan air yang mengalir adalah dengan membagi jarak apung dengan waktu, persamaan sebagai berikut :

1. Percobaan 1

$$V = s/t \quad (2)$$

$$= 5/21$$

$$= 0.23 \text{ m/s}$$

2. Percobaan 2

$$V = s/t \quad (3)$$

$$= 5/20$$

$$= 0.25 \text{ m/s}$$

Data hasil perhitungan dari 6 percobaan dapat dilihat pada Tabel 1 gambar ini menunjukkan besaran debit yang diukur melalui persamaan luas penampang x Kecepatan air

Tabel 1 Hasil Percobaan Perhitungan Debit Bendungan Gerak Bojonegoro

percobaan	Luas penampang	Waktu	Jarak Apung	Kecepatan	Debit Air
	(m^2)	(s)	(m)	(m/s)	(m^3/s)
1	1400	21.6	5	0.23	324.07
2	1400	20	5	0.25	350
3	1400	22	5	0.22	318.18
4	1400	21.2	5	0.23	330.18
5	1400	18	5	0.27	388.88
6	1400	18	5	0.27	388.88

Tabel 2 Data Debit Air Bendungan Gerak Bojonegoro

Bulan	Debit
	Q
	m^3/s
Januari	351.06
Febuari	752.48
Maret	360.01
April	391.15
Mei	125.13
Juni	118.45
Juli	60.77
Agustus	31.36
September	27
Oktober	57.13
November	311.37
Demesber	389.46
Rata-Rata	247.94

Hasil pengukuran debit secara manual dan data tidak jauh berbeda, ini membuktikan pengukuran secara manual memiliki hasil yang sesuai dan membuktikan debit bendungan gerak Bojonegoro relatif besar

3.4 Analisa Headnett (Tinggi Jatuh Air)

Mencari head dengan menggunakan gps melalui aplikasi Google earth, dengan menentukan head atas, dan head bawah pada bendungan seperti terlihat pada gambar 5 dan gambar 6



Gambar 5 Head Atas Bendungan



Gambar 6 Head Bawah Bendungan

Mencari headnett atau tinggi jatuh air dengan melihat perbandingan head atas dan head bawah, head atas bendungan sebesar 22 meter dan head bawah 20 meter, selisih dari dua titik adalah 2 meter, headnett atau tinggi jatuh air yang terdapat pada bendungan gerak Bojonegoro sebesar 2 meter

Tinggi jatuh dibutuhkan untuk memperbesar debit air, dimana tinggi jatuh ini digunakan mencari kemiringan untuk membuat pipa pesat, setelah dilihat lokasi strategis untuk membuat pipa pesat ada pada gambar 7 dan gambar 8 dengan tinggi jatuh air yang lebih besar



Gambar 7 Head atas Rencana lokasi Pipa Pesat



Gambar 8 Head bawah Rencana Lokasi Pipa Pesat

Gambar selisih dari head atas dan head bawah 12 Ft jika dikonversi menjadi cm dengan persamaan sebagai berikut :

$$1 \text{ ft} = 30.48 \text{ cm} \quad (1)$$

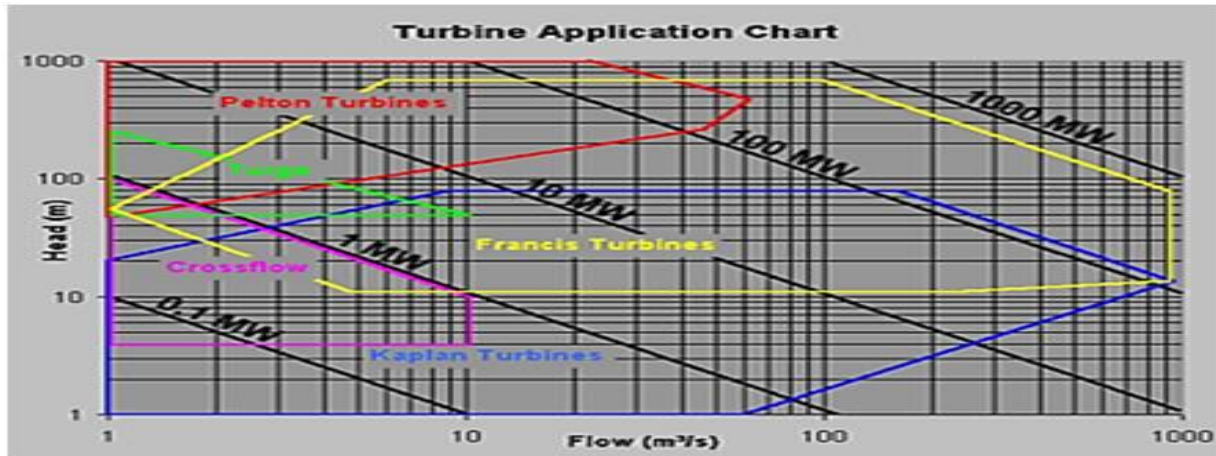
$$12 \text{ ft} = 12 \times 30.48 \text{ cm}$$

$$= 365.76 \text{ cm}$$

$$= 3.65 \text{ m}$$

3.5 Klasifikasi Turbin Air

Pemilihan turbin air dengan melihat klasifikasi yang sesuai dengan kondisi yang ada, klasifikasi turbin air dapat dilihat pada gambar 9



Gambar 9 Klasifikasi Turbin Air

Bendungan gerak Bojonegoro memiliki debit air yang besar dengan head yang kecil, dari klasifikasi turbin yang sesuai dengan kondisi bendungan adalah Turbin Kaplan dimana memiliki head rendah dari 1 - 100 m dengan debit air yang besar 1 - 1000 m^3/s

3.6 Analisa Daya Listrik

Dari data yang telah diperoleh dapat kita hitung daya listrik yang dapat dihasilkan dari bendungan gerak Bojonegoro dengan persamaan :

$$P = g \times Q \times H \times \text{Eff} \quad (1)$$

Contoh

1. bulan januari

$$\begin{aligned} P &= g \times Q \times H \times \text{Eff} \\ &= 9.8 \times 351.06 \times 2 \times 0.76 \\ &= 5229.38 \text{ kW} \end{aligned} \quad (2)$$

2. bulan febuari

$$\begin{aligned} P &= g \times Q \times H \times \text{Eff} \\ &= 9.8 \times 752.48 \times 2 \times 0.76 \\ &= 11208.94 \text{ kW} \end{aligned} \quad (3)$$

3. bulan Maret

$$\begin{aligned}
 P &= g \times Q \times H \times \text{Eff} \\
 &= 9.8 \times 360.01 \times 2 \times 0.76 \\
 &= 5362.70 \text{ kW}
 \end{aligned}
 \tag{4}$$

Hasil perhitungan data daya listrik yang dihasilkan selama 1 tahun periode 2017 terdapat pada Tabel 3

Tabel 3 Hasil perhitungan Daya listrik yang dihasilkan

Bulan	Debit	Headnett	Efisiensi Turbin	Grafitasi	Daya
	Q	H		g	$P=Q.H.n.g$
	m^3/s	M		m/s^2	kW
Januari	351.06	2	0.76	9.8	5229.38
Febuari	752.48	2	0.76	9.8	11208.94
Maret	360.01	2	0.76	9.8	5362.70
April	391.151	2	0.76	9.8	5826.58
Mei	125.13	2	0.76	9.8	1863.93
Juni	118.45	2	0.76	9.8	1764.43
Juli	60.77	2	0.76	9.8	905.22
Agustus	31.36	2	0.76	9.8	467.13
September	27	2	0.76	9.8	402.19
Oktober	57.13	2	0.76	9.8	851
November	311.372	2	0.76	9.8	4638.19
Demesber	389.46	2	0.76	9.8	5801.39

Rata-Rata	247.94775	2	0.76	9.8	3693.42
-----------	-----------	---	------	-----	---------

Pada tabel 3 hasil daya listrik selama 1 tahun relatif stabil, penurunan tinggi hanya terjadi selama bulan agustus, september, dan oktober, febuari menunjukan daya listrik yang dihasilkan paling tinggi 11.208 kW atau setara dengan 11.20 MW, sedangkan bulan september menunjukan potensi daya listrik yang dihasilkan paling rendah 402 kW. Rata-rata potensi daya listrik yang dihasilkan selama setahun kurang lebih sebesar 3.69 MW, dengan headnett yang kecil bendungan gerak bojonegoro tetap berpotensi untuk dijadikan pembangkit listrik tenaga mikrohidro karena memiliki debit air yang besar dan relatif stabil.

4.PENUTUP

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan ini adalah :

- Bendungan gerak Bojonegoro berpotensi untuk pembuatan PLTMh, walaupun head bendungan yang dimiliki kecil akan tetapi debit air bendungan sangat besar dan relatif stabil
- Perhitungan debit air yang dilakukan secara manual menunjukan hasil relatif sama dengan data debit air yang diperoleh dari balai besar wilayah sungai dan Perum Jasa Tirta I
- Karena memiliki head yang kecil yaitu 2 m, dan rata-rata debit air sebesar 247.94775 m^3/s diperuntukan untuk menggunakan turbin air berjenis crossflow atau Turbin air Kaplan
- Estimasi Potensi daya listrik yang dapat dihasilkan cukup besar dengan rata-rata 3.693 MW, dengan besarnya potensi listrik ini diharapkan adanya pembuatan PLTMh di bendung gerak Bojonegoro
- Head yang terlalu kecil untuk pembuatan rumah PLTMh harus jauh dari pinggir sungai untuk mencegah jika ada luapan air saat musim hujan

PERSANTUNAN

Alhamdulillah penelitian tugas akhir ini dapat dilakukan dengan baik berkat dukungan dari berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam pengerjaan penelitian ini. Penulis berharap laporan ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak dan pembaca. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW atas rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.
2. Kepada Kedua Orang tua dan saudara yang telah memberikan dukungan selama melakukan penelitian ini
3. Bapak Ir. Jatmiko, M.T selaku Pembimbing dalam pengerjaan tugas akhir
4. Bapak Sofyan Pegawai PU Balai Besar Wilayah Sungai Surakarta yang telah memberikan bantuan pengumpulan data
5. Teman-Teman seperjuangan Teknik Elektro angkatan 2015, Baharrudin Anwar, Anugrah Setya Wibowo, Bayu Jati, Fajar Baskoro Aji, Arif Hanandya, Eryanto, Yoga Pranata, Akhram Wildan, Abdul Azis, Aji Pranata, Rahmat Apriyanto, Dedy Kharis dan yang lain-lain telah mendukung dan memberikan semangat kepada penulis dalam penelitian dan pembuatan laporan ini.

Daftar Pustaka

Mahmud khizir, Md. Abu Taher Tanbir, and Ashraful Islam. (2012). "Feasible Micro Hydro Potentiality Exploration in Hill Tracts of Bangladesh". USA, Global Journals Ins.

Anaza S. O. and friends. (2017). " Micro Hydro-Elektric Energy Generation- An Overview". American of Engineering research (AJER)

Vimalakeerthy D., Humaid Abdullah Fadhil Al-hinai, Hamood Salim Mohamed Al-Bimani. (2016) "An Improved Design of Micro-Hidro Elektric Power Plant". International Research Journal of Engineering and Technology

Razan Jahidul Razan, Riasat Siam Islam, and friends. (2011). "A Comprehensive study of Micro-Hydropower Plant and Its Potential in Bangladesh". Intenational Scholarly Research Network, Islam University of Tecnology

Paryatmo Wibowo. (2007). "Turbin Air". Yogyakarta : Graha Ilmu

Nugroho Hunggul Y. S. H., Markus Kudeng Sallata. (2015). "PLTMH". Yogyakarta : CV. Andi OFFSET

Hasbi, Isa Muhammad Said. (2014). "WATER TURBINE".